

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

**61338-1-2**

Première édition  
First edition  
1998-07

---

---

**Résonateurs diélectriques à modes guidés –  
Partie 1-2:  
Informations générales et conditions d'essais –  
Conditions d'essais**

**Waveguide type dielectric resonators –  
Part 1-2:  
General information and test conditions –  
Test conditions**

<https://standards.iteh.ai/standards/iec/61338-1-2:1998>  
<https://standards.iteh.ai/standards/iec/61338-1-2:1998>



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 61338-1-2:1998

## Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

## Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI\*
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)\*
- **Bulletin de la CEI**  
Disponible à la fois au «site web» de la CEI\* et comme périodique imprimé

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (IEV).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

\* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

## Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

## Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site\***
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)\*
- **IEC Bulletin**  
Available both at the IEC web site\* and as a printed periodical

## Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

\* See web site address on title page.

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

61338-1-2

Première édition  
First edition  
1998-07

---

---

Résonateurs diélectriques à modes guidés –  
Partie 1-2:  
Informations générales et conditions d'essais –  
Conditions d'essais

Waveguide type dielectric resonators –  
Part 1-2:  
General information and test conditions –  
Test conditions

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland  
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

Q

Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet.....	6
2 Références normatives.....	6
3 Conditions normales d'essai.....	8
4 Examen visuel et contrôle dimensionnel .....	8
5 Caractéristiques électriques .....	10
6 Essai de stockage.....	16
7 Vieillissement à haute température.....	16
8 Robustesse des sorties .....	18
9 Brasage .....	18
10 Variations rapides de température .....	20
11 Secousses .....	20
12 Vibrations.....	20
13 Chocs .....	20
14 Accélération constante .....	20
15 Essai climatique.....	20
16 Essai continu de chaleur humide .....	22
17 Basse pression atmosphérique.....	22
Figures	
1 Mesure de transmission.....	24
2 Montages d'essai pour résonateur.....	26
3 Réponse en fréquence pour les montages d'essai A, B et D.....	28
4 Réponse en fréquence pour le montage d'essai C.....	28
Annexe A – Recommandations générales pour les essais de type .....	30

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
Clause	
1 Scope and object .....	7
2 Normative references .....	7
3 Standard conditions for testing .....	9
4 Visual examination and dimension control .....	9
5 Electrical characteristics .....	11
6 Storage test .....	17
7 High temperature ageing .....	17
8 Strength of terminations .....	19
9 Soldering .....	19
10 Rapid change of temperature .....	21
11 Bump .....	21
12 Vibration .....	21
13 Shock .....	21
14 Acceleration, steady state .....	21
15 Climatic test .....	21
16 Damp heat, steady state .....	23
17 Low air pressure .....	23
Figures	
1 Transmission measurement .....	25
2 Resonator test fixtures .....	27
3 Frequency response for test fixtures A, B and D .....	29
4 Frequency response for test fixture C .....	29
Annex A – General recommendations for type approval tests .....	31

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### RÉSONATEURS DIÉLECTRIQUES À MODES GUIDÉS – Partie 1-2: Informations générales et conditions d'essais – Conditions d'essais

#### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61338-1-2 a été établie par le comité d'études 49 de la CEI: 1998  
Dispositifs piézoélectriques et diélectriques pour la commande et le choix de la fréquence.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
49/409/FDIS	49/415/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La présente norme constitue la partie 1-2 de la CEI 61338.

La section 1 de la partie 1 «Informations générales» a été publiée comme CEI 61338-1-1.

La partie 1 complète couvre les informations générales, les conditions d'essais et la méthode de mesure de la permittivité relative complexe des matériaux diélectriques pour les résonateurs diélectriques fonctionnant aux hyperfréquences.

La partie 2: Guide d'emploi des filtres utilisant des résonateurs diélectriques à modes guidés, sera publiée comme CEI 61338-2.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**WAVEGUIDE TYPE DIELECTRIC RESONATORS –  
Part 1-2: General information and test conditions –  
Test conditions**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61338-1-2 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
49/409/FDIS	49/415/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This standard forms part 1-2 of IEC 61338.

Section 1 of part 1 "General information" has been published as IEC 61338-1-1.

The entire part 1 will cover general information and test conditions and measurement method of complex relative permittivity for dielectric resonator materials at microwave frequency.

Part 2: Guide to the use of waveguide type dielectric resonators, will be issued as IEC 61338-2.

Annex A forms an integral part of this standard.

# RÉSONATEURS DIÉLECTRIQUES À MODES GUIDÉS –

## Partie 1-2: Informations générales et conditions d'essais –

### Conditions d'essais

#### 1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61338 s'applique aux conditions d'essais pour les résonateurs diélectriques en mode TE et TEM.

L'article 5 décrit les méthodes de mesure qui permettent de juger les caractéristiques électriques dans les conditions de réception. Les articles 6 à 17 détaillent les essais destinés à vérifier l'aptitude d'un résonateur à maintenir ses caractéristiques électriques après une certaine période d'utilisation.

Après ces essais, et si spécifié au cours d'un ou plusieurs de ces essais, les spécimens répondront aux exigences relatives aux caractéristiques électriques.

L'annexe A donne un programme pour les essais de type, indiquant tous les essais possibles et l'ordre de leur exécution. Elle peut être utilisée comme une liste de contrôle pour définir un programme d'essai adapté à un cas particulier. Dans ce cas, il convient de tenir compte des points suivants:

- exigences électriques;
- essais à effectuer et ordre d'exécution (programme d'essai);
- sévérité des essais;
- définition des mesures à réaliser pendant et/ou après les essais afin de vérifier si tous les spécimens ont passé les essais avec succès;
- nombre de spécimens soumis aux essais et nombre de spécimens défectueux autorisé.

Les résonateurs diélectriques ayant servi aux essais de type, ne peuvent être ni utilisés sur l'équipement, ni mis dans des lots de livraison.

#### 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61338. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61338 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

CEI 60068-2-1:1990, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais A: Froid*

CEI 60068-2-2:1974, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais B: Chaleur sèche*

CEI 60068-2-3:1969, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide*

CEI 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-7:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ga et guide: Accélération constante*

# WAVEGUIDE TYPE DIELECTRIC RESONATORS –

## Part 1-2: General information and test conditions –

### Test conditions

#### 1 Scope and object

This part of IEC 61338 is applicable to test conditions for TE and TEM mode dielectric resonators.

Clause 5 gives details of measurement methods, which permit the electrical characteristics of the resonator to be judged in the "as received" condition. Clauses 6 to 17 contain details of tests for assessing the ability of the resonator to maintain its electrical characteristics after a certain period of use.

After these tests, and if specified during one or more of the tests, the specimens shall be capable of meeting the requirements for electrical characteristics.

Annex A gives a schedule for type tests showing all possible tests and the order in which they shall be carried out. It may be used as a check list to draw up the type test schedule for a particular case. When doing so, the following points should be considered:

- electrical requirements;
- tests to be carried out and the order of their application (test schedule);
- severity of the tests;
- extent of the measurements to be made during and/or after the tests, in order to verify whether all the specimens have successfully passed tests;
- number of specimens to be tested, and permissible number of rejects.

After being subjected to these type approval tests, the dielectric resonators will not be used in the equipment or returned to bulk supply.

#### 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text constitute provisions of this part of IEC 61338. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 61338 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid international standards.

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold*

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*

IEC 60068-2-3:1969, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state*

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-7:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ga and guidance: Acceleration, steady state*

CEI 60068-2-13:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai M: Basse pression atmosphérique*

CEI 60068-2-14:1984, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai N: Variations de température*

CEI 60068-2-20:1979, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai T: Soudure*

CEI 60068-2-21:1983, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation*

CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60068-2-29:1987, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Eb et guide: Secousses*

CEI 60068-2-30:1980, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle 12 + 12 heures)*

CEI 60068-2-58:1989, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Td: Soudabilité, résistance de la métallisation à la dissolution et résistance à la chaleur de soudage des composants pour montage en surface (CMS)*

CEI 61338-1-3:—, *Méthode de mesure de la permittivité relative complexe des matériaux diélectriques pour résonateurs diélectriques fonctionnant aux hyperfréquences<sup>1)</sup>*

### 3 Conditions normales d'essai

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essais spécifiées dans la CEI 60068-1 (température: 15 °C à 35 °C; humidité relative de 25 % à 75 % et pression atmosphérique de 86 kPa à 106 kPa).

Avant les mesures, les résonateurs doivent être stockés à la température d'essai pendant un temps suffisant pour permettre au résonateur d'atteindre cette température.

Lorsque les essais sont effectués à une température différente de la température normale, les résultats doivent, si nécessaire, être corrigés pour cette température. La température ambiante pendant les mesures doit être mentionnée dans le procès-verbal des mesures.

NOTE – Pendant les mesures, il convient de ne pas soumettre les résonateurs à des conditions susceptibles de fausser les résultats des mesures.

### 4 Examen visuel et contrôle dimensionnel

Les dimensions doivent être vérifiées et elles doivent être conformes aux valeurs spécifiées.

1) A publier

IEC 60068-2-13:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test T: Soldering*

IEC 60068-2-21:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-29:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eb and guidance: Bump*

IEC 60068-2-30:1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12-hour cycle)*

IEC 60068-2-58:1989, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Td: Solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of Surface Mounting Devices (SMD)*

IEC 61338-1-3:—, *Measurement method of complex relative permittivity for dielectric resonator materials at microwave frequency<sup>1)</sup>*

### 3 Standard conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under the standard atmospheric conditions specified in IEC 60068-1 (temperature: 15 °C to 35 °C; relative humidity: 25 % to 75 %; air pressure: 86 kPa to 106 kPa).

Before the measurements are made, the resonators shall be stored at the measuring temperature for a time sufficient to allow the resonator to reach this temperature.

When measurements are made at a temperature other than the standard temperature, the results shall, where necessary, be corrected to the specified temperature. The ambient temperature during the measurements shall be stated in the test report.

NOTE – During measurement, the resonators should not be exposed to conditions likely to invalidate the results of the measurements.

### 4 Visual examination and dimension control

The dimensions shall be checked and shall comply with the specified values.

---

1) To be published.

## 5 Caractéristiques électriques

### 5.1 Généralités

La mesure du résonateur est faite pour déterminer, d'une part, les caractéristiques en transmission des résonateurs diélectriques: la fréquence de résonance  $f_0$ , le facteur de qualité à vide  $Q_u$  et le coefficient en température de la fréquence de résonance  $TCF$  et, d'autre part, les caractéristiques diélectriques des résonateurs diélectriques: permittivité relative  $\epsilon'$ , facteur de perte  $\tan\delta$  et le  $TCF$ .

Les caractéristiques électriques peuvent être mesurées selon des méthodes conventionnelles de mesures pour les caractéristiques de transmission des résonateurs en mode  $TE_{01\delta}$  ou TEM et les résonateurs en mode  $TE_{01\delta}$  utilisés pour des oscillateurs diélectriques. La méthode de mesure par réflexion est aussi possible, mais n'est pas habituellement utilisée en raison de son imprécision de mesure.

Cependant, une nouvelle méthode de mesure pour les caractéristiques diélectriques, qui est basée sur la mesure en transmission de la résonance en mode  $TE_{011}$  est donnée dans la CEI 61338-1-3.

Les résonateurs diélectriques se distinguent des autres résonateurs tels que les résonateurs à quartz, à céramique, à ondes acoustiques de surface, parce qu'ils sont réalisés sans boîtiers ni connexions. Comme les caractéristiques électriques des résonateurs en mode  $TE_{01\delta}$  et TEM, dépendent de la dimension de leurs blindages conducteurs, il convient que la géométrie du montage d'essai et l'affaiblissement d'insertion à mesurer soient définis à l'avance entre le fournisseur et le client d'une manière précise.

### 5.2 Mesure des caractéristiques en transmission

#### 5.2.1 Caractéristiques en transmission des résonateurs de type passe-bande en mode $TE_{01\delta}$ et TEM

##### a) Circuit de mesure

La figure 1 décrit le principe de la mesure en transmission avec un analyseur de réseau. Le signal radiofréquence est transmis de la porte 1 à la porte 2 par le montage d'essai du résonateur. Toutes ces connexions doivent être réalisées avec des câbles coaxiaux RF, dont l'impédance nominale doit être exactement égale à celle du système.

NOTE – Un impédancemètre vectoriel ou un autre appareil de mesure de résonateur peut être utilisé au lieu d'un analyseur de réseau.

##### b) Montage d'essai

Les montages d'essai A et B des figures 2a et 2b sont utilisés respectivement pour les mesures en transmission des modes  $TE_{01\delta}$  et TEM. La distance entre le résonateur diélectrique et l'antenne-cadre ou l'antenne monopôle pour le mode TEM, au sommet de câbles semi-rigides, est ajustée pour que l'affaiblissement minimal d'insertion soit de 30 dB environ afin de diminuer la perte de couplage.

Pour le résonateur en mode  $TE_{01\delta}$ , il convient que la dimension du montage d'essai, c'est-à-dire le blindage conducteur soit défini à l'avance par le fournisseur et le client. Il convient que le matériau du montage d'essai soit un métal de haute conductivité, par exemple cuivre ou argent, car le facteur de qualité à vide dépend de la conductivité.

##### c) Méthode de mesure

Relier directement la porte 1 à la porte 2 par un câble coaxial et déterminer le niveau de référence par la procédure de calibration de l'analyseur de réseau.

Insérer le montage d'essai avec le résonateur. L'affaiblissement par rapport au niveau de référence donne l'affaiblissement d'insertion.